MEYNER

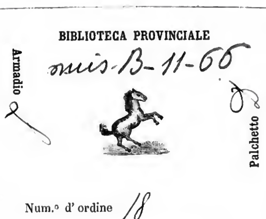
BILDUNGSGANG

DES SONNENSYSTEMS

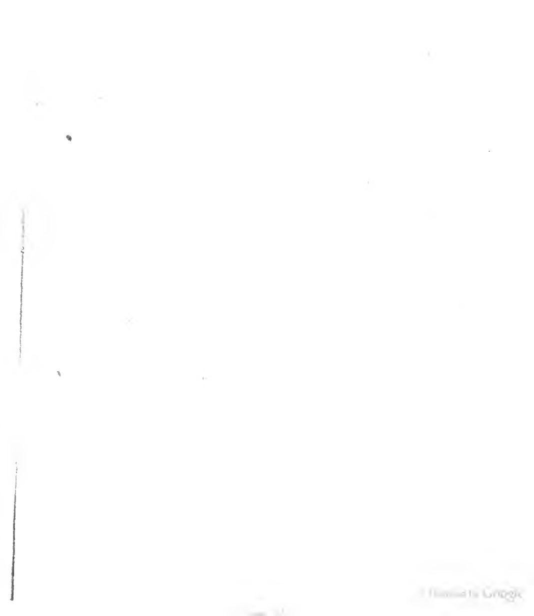

FONDO PROVINCIA


NAZIONALE
BIBLIOTECA
VITTORIO EM. III
B. Prov.
Miscellanea
B
11
66
NAPOLI




BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio
Palchetto
Num.° d' ordine







Untersuchungen

über den

Bildungsgang des Sonnensystems.

Beiträge

zur

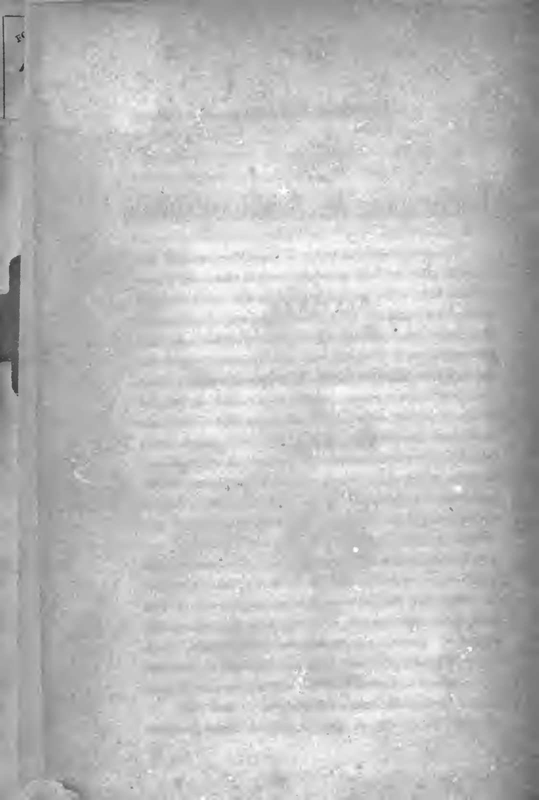
Anorganischen Kosmogonie

von

Max Meyner.



Weimar,
Hermann Böhlau.
1873.





Die bedeutendsten früheren Forschungen über den Bildungsgang des Sonnensystems enthält Immanuel Kant's „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels." Nach Kant existirte am Anfange unserer Weltära ein gas- oder nebelförmiges Chaos, das allmählich in Rotationsbewegung gerieth, und sich in eine Anzahl von kleineren und dichteren Massengruppen trennte; diese einzelnen Massengruppen verdichteten sich mehr und mehr, geriethen dabei in immer schnellere Rotationsbewegung, und warfen Nebelringe ab; und so sollen sich die Centralmassengruppen endlich zu Sonnen verdichten, während die abgeworfenen Nebelringe zu Planeten wurden; ferner sollen die entstehenden Planeten wieder Nebelringe abwerfen, die sich in Satelliten verwandelten.

Diese Theorie bietet nun manche bedeutende Schwierigkeiten. Einerseits liegt es in der Natur der Sache, dass die entwicklungsgeschichtlichen Hypothesen, welche über unser Sonnensystem hinausgehend das unendliche kosmische Weltall zu construiren unternehmen, nicht hinlänglich sicher werden können; so gerathen wir über die Grösse des anfänglichen Gesammtnebels in Betreff seiner Endlichkeit oder Unendlichkeit, und über die Art und Weise wie er sich in die einzelnen Massen-

gruppen trennte, in nicht zu entscheidende Zweifel; ferner reichen Kant's Erklärungen nicht aus, um begreiflich zu machen, woher die Rotation des anfänglichen Gesammtnebels kam. Andrerseits aber, wenn wir in die Verhältnisse unseres Sonnensystems näher eingehen, so verstehen wir zwar, wie die hypothetische Centralmasse des Sonnensystems sich mehr und mehr verdichten, in immer schnellere Rotation gerathen und Nebelringe abwerfen konnte; aber es bleibt unverständlich, wie sich diese Nebelringe in Planeten von den bestehenden Eigenschaften verwandeln, und wie die entstehenden Planeten Nebelringe, die eine ähnliche Verwandlung zu Satelliten durchmachten, abwerfen konnten. Es wird unerklärlich, woher die Excentricität der Bahnen, die Neigung der einzelnen Bahnen gegen die Ekliptik, der einzelnen Axen gegen die Bahnen so verschiedenartig wurde; und die vielen wenn auch geistvollen, doch ziemlich unwahrscheinlichen, complicirten Hypothesen, welche Kant zur Hebung dieser und vieler anderer Schwierigkeiten aufstellt, sind nicht geeignet, hinreichendes Vertrauen zu begründen. Man kann es desshalb den meisten Physikern und Astronomen kaum verdenken, wenn sie sich bisher etwas kühl gegen diese Theorie verhalten haben; und es wird begreiflich, wie die völlig haltlose Gegenhypothese einer Ewigkeit der Erde und der andern individuellen Weltkörper, welche in Verbindung mit einigen anderen wenig werthvolleren Hypothesen von Bischof und mehreren seiner Anhänger aufgestellt ist, zu einiger Geltung gelangen konnte.

Um dieser völlig negativen Gegenhypothese entgegenzutreten, scheint es zuerst nöthig die einfache

Grundidee Kant's dass überhaupt die Erde und die andern individuellen Weltkörper nicht ewig sein können, sondern zeitliche Grenzen ihres Bestehens haben müssen, näher zu begründen. Hierzu bedarf es nur der Erinnerung an bekannte Thatsachen, die auch wohl die Gegner der kosmischen Entwicklungstheorie hätten kennen und bedenken müssen.

Dass die Erde und die übrigen Weltkörper nach der Zukunft hin Grenzen ihres zeitlichen Bestehens haben; dass sie nicht unvergänglich sein können: folgt unmittelbar aus der Existenz eines absolut schweren, die Bewegungen der Himmelskörper hemmenden Weltäthers. Dass ein solcher Aether existirt, zeigen besonders vielfache Phänomene der Kometenbewegungen; so vorzüglich die successive Abnahme der halben grossen Bahnaxe des Encke'schen Kometen; ferner das allmähliche Ausströmen und Zerfliessen von Theilchen der Kometen in den Aetherraum; ferner die zunehmende Krümmung ihrer Schweife, wenn sie in der Sonnennähe mit voller Breite gegen den Aether gewendet fliegen; endlich der Umstand, dass sie bei ihrer Annäherung an die Sonne regelmässig an Umfang abnehmen, und bei ihrer Entfernung ebenso regelmässig wieder zunehmen. Kurz, die Kometen geben in evidenter Weise zu erkennen, dass sie in ihrer Bewegung von einem widerstehenden Medium beeinflusst werden; eine Thatsache von hoher Bedeutung, da überhaupt die Kometen ihrer ungemein geringen Masse wegen fast alle Bewegungserscheinungen [1]) der übrigen Wandelsterne

---

[1]) Vorzüglich Störungen, Excentricität und Neigung der Bahnen. Vgl. S. 15.

gleichsam in ausserordentlich vergrössertem Massstabe darstellen.

Weitere empirische Beweise für die Existenz von Schwere und Widerstand des kosmischen Aethers liefert die Extinction und Hemmung des Sternlichtes und der Sternwärme bei ihrer Fortpflanzung durch den Weltraum. Aber auch rein theoretisch lässt sich dieser Beweis aus allgemein philosophischen Gründen führen; nämlich daraus, dass weder der Aether noch irgend eine andre Materie „gewichtslos" sein kann, weil die Gravitation eine individuelle Gestaltung der Kraft, die Kraft aber einheitlich und untrennbar in sich zusammenhängend ist. Da nun unmöglich eine Materie ohne Kraft bestehen kann, so kann auch keine Materie von der Schwere unabhängig sein; am wenigsten der Aether, der ja der materielle Träger aller Kraft ist, welche sich die Himmelskörper einander in Gestalt von Wärme und Licht zusenden.

Aus diesen Aetherverhältnissen folgt also, dass die Planeten mit ermattender Tangentialbewegung allmählich der Sonne sich nähern, und endlich in ihr ein Ende finden müssen; und auch hierfür bieten die Beobachtungen eine weitere Bestätigung: man hat bekanntlich vorher dunkle oder wenig helle Sterne plötzlich mächtig aufflammend, und bald wieder erlöschend beobachtet; und dies Phänomen ist sehr gut dadurch erklärbar, dass man annimmt, es sei durch Herabsturz einer mächtigen Körpermasse, etwa eines Fixsternplaneten, auf seinen Centralstern entstanden.

Ergiebt sich nun hieraus unwiderleglich, dass eine Unendlichkeit des zeitlichen Bestehens nach der Zukunft

hin weder bei der Erde, noch bei den andern Planeten stattfinden kann; so können wir leicht nach der Analogie schliessen, dass ebenso wenig eine Unendlichkeit nach der Vergangenheit hin stattfand, dass die Planeten auch einen Anfang hatten. Einen entscheidenden Beweis hierfür liefert die Art und Weise ihrer Centrifugalbewegung um die Sonne. Ohne Ursache keine Wirkung; die Centrifugalbewegung setzt eine centrifuga, ein Hinwegfliegen vom Centrum und somit vom Centralkörper, voraus. Denn die Centrifugalkraft ist nicht, wie die Centripetalkraft, unmittelbar durch die allgemeine Massenanziehung bedingt; sie kann nur eine nach dem Trägheitsgesetze constant gebliebene Folge eines anfänglichen, der Centripetalkraft entgegenwirkenden Stosses oder Wurfes sein.

Dass also die kosmologische Grundanschauung von einer Endlichkeit des individuellen Bestehens der Planeten nach Vergangenheit und Zukunft hin richtig ist, ist völlig zweifellos; um so mehr, als die Gegenhypothese ihrer Ewigkeit auch aus allgemein philosophischen und speziell biologischen Gründen[1]) mit gleicher Entschiedenheit zu verwerfen ist. Denn vom allgemein philosophischen Standpuncte aus lässt sich beweisen, dass überhaupt keine einzige individuelle Gestaltung der Materie ewig ist, dass Ewigkeit einzig und allein den allgemeinen letzten Dingen: Kraft, Stoff, Raum, Zeit und Naturgesetz: zukommt.

Folglich unterliegt es keinem Zweifel, dass überhaupt eine Entwicklung des Sonnensystems stattgefunden hat; nur das wie? frägt sich. Da aber gleichwohl

[1]) Vergl. Ernst Häckel, Generelle Morphologie Bd. II, S. 443.

die von Kant, und später von Laplace aufgestellte Entwicklungstheorie keineswegs die einfache und harmonische Uebereinstimmung mit den objectiven Verhältnissen zeigt, durch welche sich im allgemeinen Theorien von so grossartiger Bedeutung — wir erinnern an Copernicus' System, Newton's Gravitations-, Darwin's Selectionstheorie — auszuzeichnen pflegen; so dürfen wir voraussetzen, dass ein Grundfehler darin liegt, der diese Uebereinstimmung verhindert. Die Kant-Laplace'sche Theorie entspricht ungefähr dem Ptolemäischen Epicykelnsystem, oder der Lamarck'schen Descendenztheorie; dieselben verwickelten Bedingungen, unverhältnissmässigen Voraussetzungen und seltsamen Consequenzen. Zum Nachweise dieser Fehler wollen wir den Theil der Theorie, welcher speziell unser Sonnensystem betrifft, näher kritisch zerlegen.

Nach Kant und Laplace entstehen die Planeten aus Nebelringen, welche von der ebenfalls im Nebelzustande befindlichen Sonne abgeworfen wurden. Nun ist gegen die Art und Weise, wie diese Nebelringe von der Ursonne abgeworfen sein sollen, nicht viel einzuwenden; höchstens bleibt es zweifelhaft, ob die dazu erforderliche Umdrehungsgeschwindigkeit der Ursonne nicht zu unverhältnissmässig bedeutend sein müsste. Mag aber auch die Möglichkeit eines solchen Abwurfs zugegeben werden; so bleibt doch unerklärlich, wie eine Verwandlung der hypothetischen Ringe in Planeten stattfinden konnte.

Die Vertreter der Ringverwandlungsansicht berufen sich vorzüglich auf das Ringsystem des Saturn. Dies Ringsystem zeigt allerdings, dass ein Ringabwurf vom Centralkörper unter Umständen möglich ist; aber keines-

wegs, wie eine Verwandlung einzelner Ringe in einzelne geballte Massen, deren Bahnen nun an die Stelle des früheren mittleren Ringumfanges treten, vor sich gehen kann. Wenn ein Saturnring zerrisse, so würde er sich aller Wahrscheinlichkeit nach in mehrere Massen spalten, die sich in complicirten Curven bewegen und allmählich auf den Centralkörper niederfallen würden; aber unmöglich könnte er zu einer einzelnen Masse von den Eigenschaften der übrigen Trabanten werden. — Uebrigens ist sehr zu beachten, dass der Saturnring eben derjenige unter den Begleitsternen im Sonnensystem ist, welcher von seinem respectiven Centralkörper die allergeringste Entfernung besitzt; die Entfernung des inneren Ringrandes von der Saturnoberfläche beträgt kaum 0,09 der Entfernung des Mondes von der Erdoberfläche. Stellt man sich nun gar das Verhältniss der Sonne zu einem Gasringe vor, der etwa an der Stelle der Neptunbahn stände, so wird die bedeutende Heterogenität dieses hypothetischen Ringsystems von dem des Saturn klar.

Die Ringhypothese hat man ferner durch das Plateau'sche Oeltropfenexperiment bestätigen wollen. Indessen sind die vielfachen Mängel dieses Experimentes offenbar; erstens hat der rotirende Oeltropfen verschwindend wenig eigene Gravitation, während ein rotirender Himmelskörper der Centrifugalkraft eine höchst enorme Gravitation entgegensetzt; zweitens ist die Umgebung des Oeltropfens diesem an Dichtigkeit gleich, während der den Weltkörper umgebende Aether höchst bedeutend weniger dicht als dieser sein musste; ferner ist der ganze Vorgang bei dem Experiment nicht zur Beobach-

tung geeignet, denn man kann nicht wissen, wo zufällig der Schwerpunct und Mittelpunct der Kugeln oder Ringe oder Bahncurven hinfällt; ein weiterer bezeichnender Umstand ist, dass das Experiment überhaupt sehr selten gelingt. Jedenfalls wird höchstens dadurch bewiesen, dass eine Ringbildung unter Umständen möglich ist; aber es bleibt unerklärt, wie ein Ring zu einer einzelnen Kugel zusammenfliessen kann; denn jeder der vom Oeltropfen abgeworfenen Ringe spaltet sich natürlich in mehrere kleinere Tropfen, vereinigt sich aber nicht zu einer einzigen Masse.

Empirische Bestätigungen entscheiden also nicht für die Ringverwandlungsansicht; es bleibt nur die rein theoretische Speculation übrig. Nach der gewöhnlichen Vorstellung soll der Ring zuerst in Folge ungleichförmiger Abkühlung an einer Stelle zerreissen. Das ist wohl möglich; wenn gleich viel wahrscheinlicher ist, dass er sich nicht an einer, sondern an mehreren Stellen zugleich spalten müsste. Höchst seltsam ist aber die Art, wie sich der an einer Stelle gespaltene Ring zu einer geballten Masse vereinigen soll. Die beiden Arme, in welche der gespaltene Ring ausläuft, sollen zusammenklappen, sich dabei sehr bedeutend verdichten und nun durch die Art und Weise der inneren Anziehungen der Ringbestandtheile in eine Nebelkugel, welche sich um ihre Axe dreht und in einer dem früheren mittleren Ringumfange entsprechenden Bahn läuft, verwandelt werden. Die Unbegreiflichkeit dieses Vorganges wird dann bei den von Satelliten begleiteten Planeten durch die Annahme des Abwurfs neuer Ringe, die eine ähnliche ungleichförmige Abkühlung, Trennung an einer Stelle

und die endgültige Operation des Zusammenklappens erfahren, noch höher potenzirt.

Die Unwahrscheinlichkeit dieser Ansicht wird noch klarer, wenn wir sie bei den einzelnen Planeten — am günstigsten dem Neptun — durchzuführen versuchen. Die Neptunweite beträgt 744 Millionen Meilen, somit der hypothetische Ringumfang = 4672 Millionen Meilen. Nehmen wir nun jeden der Arme, welche sich der gewagten Operation des Zusammenklappens unterziehen sollen, zu einem Viertel des Ringumfanges an, so erhalten wir für jeden eine Länge von mehr als tausend Millionen Meilen. Da ferner der Neptundurchmesser 4800 Meilen beträgt, eine so geringe Breite aber für den hypothetischen Nebelring nicht annehmbar ist; so sind wir zur Annahme einer vielmillionenfachen Verdichtung des Nebelringes gezwungen. Wo soll nun die Kraft herkommen, um eine derartige Zusammenziehung und Verdichtung zu bewirken? Die Gravitation hat gar keine Neigung dazu, im Gegentheil müsste die im Centrum stehende Sonne mit ihrer gewaltigen Schwere die an ihr vorbeifahrenden Arme an sich ziehen; es könnte also nur die Cohäsion sein — aber wie kommt denn eine Nebelmasse, deren Dichtigkeit gleich weniger als einem Milliontel der Wasserdichte, zu einer so enormen Cohäsion! Im Gegentheil müsste sie eine ganz enorme Expansion besitzen! — Die Ringverwandlungstheorie kann man also unmöglich in dieser Form zugeben, sie gehört überhaupt zu den Hypothesen, welche bei eingehender Untersuchung immer unwahrscheinlicher werden, während von richtigen Theorien bekanntlich gerade das Gegentheil gilt.

Die Kantische Theorie ist nun eine nothwendige Folge der Voraussetzung, dass im Centralkörper zur Zeit des Abwurfs der Schwerpunct mit dem Centrum congruent war. Von derselben Voraussetzung ging Laplace aus; es ist desshalb nicht zu verwundern, dass er unabhängig von Kant eine ganz ähnliche Theorie aufgestellt hat, und man braucht in dieser Uebereinstimmung nicht gerade eine auffallende Bestätigung der Ringtheorie zu suchen. Da sich nun auf diesem Wege keine Entwicklungtheorie durchführen lässt, so bleibt nichts übrig, als dieselbe durch die Voraussetzung, dass Schwerpunct und Mittelpunct zur Zeit des Abwurfs nicht congruent waren, gänzlich umzugestalten. Nach der letzteren Annahme einer Excentricität des Schwerpunctes im Urkörper musste dessen Umdrehung ungleichförmig werden, und demnach der Abwurf von gleich geballten Massen erfolgen. — Letztere Theorie ist es eigentlich, welche Veranlassung zu gegenwärtiger Abhandlung gab; ich begnüge mich, ihre harmonische Uebereinstimmung mit allen Verhältnissen des Sonnensystems in kurzen Grundzügen darzulegen, während ich mir die nähere Ausführung, welche allerdings bei der Schwierigkeit des Gegenstandes nur langsam fortschreiten kann, für besondere Arbeiten vorbehalte.

Was zuerst empirische Bestätigungen der Theorie betrifft; so können wir, wenn Kant und Laplace gleichsam als versteinerte Urform die Saturnringe aufweisen, eine ähnliche Urform in den Satelliten finden, die, soviel bekannt, sämmtlich einen excentrischen Schwerpunct besitzen. So ist der Schwerpunct unseres Mon-

des acht Meilen von seinem stereometrischen Centrum entfernt, wesshalb er bekanntlich der Erde stets dieselbe Seite zuwendet. Folglich ist schon nach der Analogie gar nicht unwahrscheinlich, dass die Sonne in ihrem Urzustande einen excentrischen Schwerpunct besass.

Fernere Gründe folgen aus der Neigung der Kometenbahnen und Planetenbahnen gegeneinander, also auch gegen die Ekliptik. Woher könnte es nach der Ringtheorie kommen, dass diese Bahnen alle in verschiedenen Ebenen liegen? Hatte die Ursonne einen mit dem Centrum congruenten Schwerpunct, also eine gleichförmige Umdrehung, so ist kein Grund weshalb sie nicht genau dieselbe Aequatorealebene und Axenstellung während ihrer ganzen Abwürfe behielt; sie musste sie sogar ganz entschieden behalten, nach dem bekannten Gesetze[1], dass die Umdrehungsaxen homogener Himmelskörper sich selbst mit der grössten Energie parallel zu bleiben streben. Wenn sie also nach einander Ringe abwarf, so mussten diese Ringe in derselben Ebene liegen; und die Abweichung der entstehenden Bahnen ist gar nicht, oder nur in höchst complicirter und unwahrscheinlicher Weise zu erklären. Dagegen ergiebt sich diese verschiedene Bahnneigung in der einfachsten Weise aus der Annahme der Excentricität des Schwerpunctes der Ursonne zur Zeit der Abwürfe; vorausgesetzt, dass der Schwerpunct nicht gerade in der Umdrehungsaxe, sondern wie bei unserem Monde ausserhalb der Axe lag. In diesem Falle musste ihre Axe oscilliren, konnte also zur Zeit des Abwurfs

[1]) Auf dieses Gesetz gründen sich bekanntlich die auffallenden Erscheinungen am Bohnenberger'schen Apparate.

eines Planeten in einer anderen Winkelstellung sein, als zur Zeit des Abwurfs eines andern.

Einen ebenso scharfen Nachweis für diese seitliche Excentricität des Schwerpunctes in der primitiven Sonne giebt die Excentricität der Bahnen. Wurden die Kometen und Planeten als geballte Massen von der in diesem Zustande befindlichen Sonne abgeworfen, so mussten sie bis zu dem Puncte, wo die Centrifugalkraft von der Centripetalkraft aufgewogen wurde, in einer parabolischen Bahn; von da ab in einer excentrisch-elliptischen Bahn sich bewegen; und zwar musste die Excentricität dieser Ellipsen um so bedeutender sein, je bedeutender die Excentricität des Schwerpunctes der Ursonne zur Zeit des Abwurfs war. Da nun die Excentricität des Schwerpunctes in der primitiven Sonne anfänglich am bedeutendsten sein musste, nachher durch innere Strömungen in der Sonne u. a. mehr und mehr abnahm; so musste auch die Excentricität der Bahn bei den anfänglich abgeworfenen Massen — den Kometen — am gewaltigsten sein, nachher mehr und mehr, wenn auch nicht in ganz gleichmässiger Reihenfolge, abnehmen. Mit diesen Consequenzen der Theorie stimmen die bestehenden Verhältnisse der Bahnexcentricitäten vollkommen überein; die Kometen haben die enormste Excentricität, wie auch die bedeutendste Neigung der Bahnen; und bei den Planeten nimmt sie im allgemeinen ebenfalls mit der Sonnenweite ab. Allerdings gilt dies bei den Planeten nicht im einzelnen, was leicht zu erklären ist, da bei ihrer Entstehung die Massenverhältnisse sehr bedeutend mitwirkten; aber im allgemeinen, und besonders bei Vergleichung der Ko-

metenbahnen mit den Planetenbahnen, ist die Abnahme der Excentricität mit der Abnahme der Sonnenweite unverkennbar.

Ueberhaupt liefern die Kometen auch hier, wie bei den Aetherverhältnissen, die werthvollsten Beweise für die Theorie; und zwar harmoniren sie eben so sehr mit unserer Voraussetzung, als sie mit der Kant-Laplace'schen contrastiren. Die Kometen mussten ihrer ausserordentlich geringen Masse wegen die Art des primitiven Wurfes am deutlichsten zeigen; war also, wie Kant und Laplace voraussetzen, Schwerpunct und Mittelpunct in der abwerfenden Sonne congruent, so mussten sie in einer gegen die Aequatorealebene der Sonne, die nach dieser Voraussetzung sich beständig parallel blieb, sehr wenig geneigten Ebene, oder gerade in der Aequatorealebene kreisen. Hiervon findet aber bekanntlich das Gegentheil statt. Ebenso mussten ihre Bahnen nahezu kreisförmig werden, während sie doch ungemein excentrisch-elliptisch sind.

Die Dichtigkeitsverhältnisse stimmen gleichfalls mit der Theorie. Zu Anfang musste die Sonne am wenigsten dicht, theilweise im Nebelzustande sein, und sich während der Abwürfe mehr und mehr verdichten; auch gegenwärtig geht diese Verdichtung noch immer weiter vor sich, worin nach Helmholtz die hauptsächlichste Quelle der Sonnenwärme zu suchen ist. Demgemäss wurden die zuerst abgeworfenen Kometen nebelförmig, ungemein wenig dicht; die äussersten Planeten erhielten einen Mittelzustand zwischen Nebel und compacter Masse, und die innersten wurden am dichtesten. Die Zunahme der Dichtigkeit ist auch hier nur im allge-

meinen gültig; im einzelnen kommen Ausnahmen vor, und merkwürdiger Weise sind, der Sonnennähe nach geordnet, der zweite, vierte, sechste, achte der grossen Planeten — Venus, Mars, Saturn, Neptun — anomal, — wiewohl sie unter sich ebenfalls eine Zunahme nach innen hin, Abnahme nach aussen hin im allgemeinen zeigen; der erste, dritte, fünfte, siebente dagegen nehmen nach aussen hin normal an Dichtigkeit ab: Mercur = 6,71, Erde = 5,44, Jupiter = 1,32, Uranus = 0,97 der Wasserdichte. Wir werden später sehen, inwiefern gerade dies Verhältniss eine gute Bestätigung der Theorie liefert. — Ferner stimmen die Dichtigkeiten auch insofern, als die Sonne dichter als die äussersten Planeten, aber weniger dicht als die innersten ist. Ersteres Verhältniss folgt daraus, dass die Sonne zur Zeit des Abwurfs der äussersten Planeten viel weniger dicht als gegenwärtig war, letzteres daraus, dass beim Abwurf eben die dichteren Theile der Sonne durch die Centrifugalkraft nach der Abwurfsstelle gedrängt werden mussten, weil der Abwurf durch das Ueberwiegen der Centrifugalkraft über die Centripetalkraft geschah. —

Fernere Gründe folgen aus den Umdrehungsverhältnissen der Planeten um sich selbst und um die Sonne, auf die wir jedoch vorläufig nicht näher eingehen; und aus der Neigung der Axen der Planeten gegen ihre Bahnebenen. Letzerer Umstand ist aus der Kant-Laplace'schen Theorie nicht zu erklären; denn wie auch die mystische Verwandlung der hypothetischen Gasringe in geballte Massen vor sich gegangen sein soll, so konnte sie doch nur in der Ebene der früheren Ringe oder daraus entstehenden Bahnen geschehen, die

entstehenden Drehungsaxen mussten also auf dieser Ebene normal werden. Dagegen erklären sie sich ganz einfach aus der Voraussetzung der seitlichen Excentricität des Schwerpunctes in der primitiven Sonne. Zur Begründung dieser, wie auch der Satellitenabwurfsverhältnisse wollen wir auf die inneren Bewegungserscheinungen näher eingehen, welche in den abgeworfenen flüssigen geballten Massen vor sich gehen mussten; hierdurch wird auch die Art der primitiven Sonnenbewegung näher erläutert.

Bei dem Abwurf waren zwei Kräfte thätig, die Centripetalkraft und die Centrifugalkraft, — von denen die letztere allerdings nur uneigentlich als Kraft, eher als ursprünglicher Impuls oder Stoss zu bezeichnen ist. Diese Centrifugalkraft musste sich nun in zwei Theile zerlegen: der eine, eigentlich centrifugale, der Centripetalkraft direct entgegengesetzte Theil bewirkte die Entfernung der Masse von der Sonne, und diente, als er zuletzt von der Centripetalkraft aufgewogen wurde, dazu, die schwebende Masse im Gleichgewicht zu erhalten, also ihr Herabfallen auf die Sonne zu verhindern; der andre tangentiale, normal zur Richtung der eigentlich centrifugalen und der centripetalen Kraft gerichtet, bewirkte ihre Bahnbewegung, ihre Umdrehung um die Sonne. Letzterer Theil musste indessen sehr gering sein im Verhältniss zum eigentlich centrifugalen Theil, wie sich schon durch Centrifugalexperimente leicht nachweisen lässt, es bleibt also vorzüglich der eigentlich centrifugale; der Centripetalkraft direct entgegenwirkende Theil zu betrachten übrig. Da nun der Abwurf durch das Ueberwiegen dieses eigentlich cen-

trifugalen Theiles über die Centripetalkraft stattfand; so konnte die fliegende flüssige Masse nicht homogen bleiben, sondern ihr Schwerpunct musste in der Richtung der eigentlich centrifugalen und der centripetalen Kraft, also in der Verlängerungslinie des Sonnenradius, vom Mittelpuncte der flüssigen Masse sich entfernen; die eine Seite der Masse, und zwar die von der Sonne abgewandte, musste die dichtere und schwerere werden. In dieser Gleichgewichtslage musste sich nun der Planetenball um die Sonne bewegen, so dass er der Sonne vorläufig stets dieselbe, minder dichte Seite zuwandte; ähnlich wie der Mond — dessen Gleichgewichtslage aber von dieser verschieden ist, da er dem Centralkörper die dichtere Seite zuwendet — bei seinem Umlaufe um die Erde stets mit derselben Seite ihr zugewendet bleibt.

Diese Gleichgewichtsstellung des um die Sonne rotirenden flüssigen Planetenballes ist von den gewöhnlichen irdischen Gleichgewichtserscheinungen so heterogen, dass sich schwer eine Vorstellung davon bilden lässt. Besonders darf man es mit dem labilen Gleichgewichte insofern nicht verwechseln, als das labile nur auf Momente im labilen Zustande bestehen kann, bei der geringsten Störung aber unvermeidlich ins stabile Gleichgewicht umschlägt; während die angegebene Gleichgewichtsstellung des flüssigen Planeten constant und unveränderlich feststand, so lange die Centrifugalkraft der Centripetalkraft die Wage hielt. Denn das labile Gleichgewicht — das auf der Erde etwa an einem mathematischen Pendel stattfindet, welches 180° gegen die Vertikale geneigt ist, also

seinen schweren Punct in die Höhe richtet — ist ein Fall, in dem ohnehin die Centrifugalkraft — welche hier von der Erdumdrehung um ihre Axe herrührt — weit von der Centripetalkraft überwogen wird; in dem also die Centripetalkraft nur nicht ohne Weiteres zu ihrer Wirkung gelangen kann, weil der Drehungspunct den schweren Punct unterstützt, seiner Bewegung also direct im Wege steht. Dagegen das Gleichgewicht der hypothetischen Planetenmasse — das wir desshalb prälabiles nennen mögen — ist ein solches, in dem die Centrifugalkraft der Centripetalkraft zuerst überlegen, nachher gleich war; und welches erst allmählich, wie wir sehen werden, ins labile Gleichgewicht überging. — Ein solches prälabiles Gleichgewicht ist auf der Erdoberfläche so darzustellen, dass die Centrifugalkraft durch eine andre, vom Erdmittelpuncte hinwegstrebende Kraft ersetzt wird; also etwa durch einen verticalen Stoss oder Wurf in die Höhe. Eine Hohlkugel, deren eine Hälfte mit Blei ausgegossen ist, wird sich in das prälabile Gleichgewicht richten, wenn sie aus einem verticalen Laufe in die Höhe geworfen wird; die schwerere Seite wird sich während des Höherfliegens nach oben wenden, bis zum höchsten Puncte ihres Fluges nach oben gerichtet bleiben, und erst beim Zurückfallen, wo das prälabile Gleichgewicht ins labile übergeht, umschlagen; die Kugel wird dann unter ungleichförmigen Drehungen und Oscillationen, die schwere Seite zuletzt nach unten gerichtet, wieder zur Erde kommen. — Dies Experiment ist der Reibungseinflüsse wegen schwer anzustellen; einen nach ähnlichen Principien construirten Apparat

denke ich in einer späteren Arbeit zu beschreiben; überhaupt wird dieser Theil der Theorie noch eingehender Ausführungen bedürfen.

Während die planetarische flüssige Masse sich so im prälabilen Gleichgewichte, die weniger dichte Seite der Sonne zugewandt, um die Sonne bewegte, konnte die Erkaltung und chemische Umgestaltung ihrer Oberfläche beginnen. Liess aber endlich die durch die Aetherreibung mehr und mehr abmattende Centrifugalkraft so weit nach, dass die Centripetalkraft ein Uebergewicht erlangte; so gelangte dies Uebergewicht nicht so zur Wirkung, dass es die Masse in derselben Stellung — die jetzt ein labiles Gleichgewicht wurde — der Sonne näherte: sondern es veranlasste zunächst in Verbindung mit dem tangentialen Theile der Centrifugalkraft einen Umwurf der Masse aus dem nunmehr labilen ins stabile Gleichgewicht. Dieser Umwurf hatte ungleichförmige Drehungen und Schwankungen des Planetenballes zur Folge, welche eine Concentration der Centrifugalkraft auf einzelne Stellen der Oberfläche veranlassten; und diese concentrirten Centrifugalkräfte bewirkten ein Hinströmen der Oberflächenmasse nach diesen Stellen hin, und endlich den Abwurf der Satelliten. Die Satelliten erfuhren nun ähnliche Bewegungseinflüsse, wie früher die Planeten: sie erhielten einen excentrischen, vom Centralplaneten abgewandten Schwerpunct; sie bewegten sich im prälabilen Gleichgewichte um ihn, und erkalteten in dieser Stellung so weit, dass die excentrische Lage des Schwerpunctes gleichsam fixirt wurde; und erfuhren endlich den Umschlag aus dem labilen ins stabile Gleichgewicht, — nach dem wir,

da er für unsere Auffassung characteristisch ist, die Theorie Peripetaltheorie [1]) nennen mögen. — Hierauf ging ihre Eigenbewegung in eine sich mehr und mehr verlangsamende Oscillation über, von der geringe Spuren besonders an unserem Monde vielleicht noch jetzt zu beobachten sind.

Von den Satellitensystemen sind die des Uranus, Saturn und Jupiter am merkwürdigsten. Wir bemerken an ihnen besonders die mit der Peripetaltheorie so vorzüglich übereinstimmenden Erscheinungen der Neigung und Excentricität der Bahnen; ferner die erwähnte Excentricität des Schwerpunctes, welche von zwei Jupitersmonden am sichersten erwiesen ist. Rücksichtlich der Bahnneigung erinnern wir vorzüglich an die zwei äussersten Monde des Uranus, deren Bahnen nahezu senkrecht auf der Uranusbahn stehen, ja eigentlich schon rückläufig sind — eine Erscheinung, für die von der Kant-Laplace'schen Voraussetzung aus nicht die geringste Spur einer Erklärung denkbar ist; die aber mit unserer Theorie sehr gut harmonirt. Denn der Schwerpunct des von der damals im Zustande enormer Excentricität des Schwerpunctes befindlichen Sonne mit gewaltig überwiegender Centrifugalkraft abgeworfenen Uranus musste gleichfalls eine enorme Excentricität erhalten; bei der Peripetie mussten demnach höchst ungleichförmige Drehungen und Schwankungen der ganzen Masse erfolgen; es war also möglich, dass der Aequator des Uranus zur Zeit der Mondabwürfe senkrecht auf der Bahnebene, ja schon zurückgeneigt war.

Was nun die Ringe des Saturn betrifft, so zeigen

[1]) von περιπέτομαι, nach Analogie von Centripetalkraft.

sie eine andere Art der Entwicklung. Der Saturn nämlich, nachdem er seine Monde abgeworfen hatte — deren Bahndurchmesser bekanntlich grösser, als der Ringdurchmesser, die also früher entstanden waren — konnte seinen Schwerpunct mit dem Mittelpuncte schon nahezu vereinigt, also eine gleichförmige Umdrehung um die eigne Axe erreicht haben; und so konnte er, wie die mathematische Rechnung und Plateau's Experiment zeigen, einen oder vielmehr mehrere Ringe nacheinander abwerfen; denn sein Ringsystem besteht bekanntlich aus mehreren nahe concentrischen Ringen. Damit stimmt es auch überein, dass die Ringe nahezu in der Aequatorealebene des Saturn liegen, während die Bahnebenen der Monde verschiedenartig gegen sie geneigt sind.

Nachdem wir so, von einer hypothetischen Ursonne ausgehend, die Geschichte des Sonnensystems in ihren Grundzügen erörtert haben; wollen wir versuchen, auch diese Ursonne und die übrigen Fixsterne von einem gemeinsamen einheitlichen [1]) Ursprung abzuleiten. Dabei ist zu bemerken, dass solche synthetische Hypothesen allerdings auf Genauigkeit keinen Anspruch erheben können, da weder genügendes empirisches Material dazu vorliegt, noch die theoretische Kosmophysik hinreichend ausgebildet ist; dass sie aber doch nicht ganz vernachlässigt werden dürfen, da schon der Nachweis der Möglichkeit einer solchen Synthese für die monistiche Philosophie von hoher Bedeutung ist.

Unser Sonnensystem gehört als einzelner Fixstern zu einer Sterngruppe, deren Gesammtmasse 118 Mil-

[1]) Vgl. die beigefügte hypothetische Skizze des Bildungsganges der Himmelskörper.

lionen mal der Sonnenmasse beträgt. Es liegt nun nahe, diese Sterngruppe, die von Nebelsternweite aus gesehen als auflöslicher Nebelfleck erscheinen würde, aus einer gemeinsamen einheitlichen Nebelmasse, zu der wir in den unauflöslichen Nebelflecken Analoga finden, entstehend zu denken. Diese Anschauung — verschieden von der gewöhnlichen, die aus jedem unauflöslichen Nebelfleck einen einzelnen Fixstern sich entwickelnd annimmt — findet sich auch bei Humboldt im Kosmos:

„Vergleicht man den Weltraum mit einem der inselreichen Meere unseres Planeten, so kann man sich die Materie gruppenweise vertheilt denken: bald in unauflösliche Nebelflecke von verschiedenem Alter, um einen oder um mehrere Kerne verdichtet; bald schon in Sternhaufen oder isolirte Sporaden geballt. Unser Sternhaufen: die Weltinsel, zu der wir gehören: bildet eine linsenförmig abgeplättete, überall abgesonderte Schicht, deren grosse Axe zu sieben- bis achthundert, die kleine zu hundertundfunfzig Siriusweiten geschätzt wird."

Die innere Möglichkeit solcher Umgestaltung einer Nebelinsel zu einer Sterninsel wird erklärt, wenn wir einerseits das Wirken der Centrifugalkraft in dieser Nebelmasse, also ihre Umdrehung um eine in ihr liegende Axe voraussetzen; andrerseits eine durch die Wärmeverhältnisse bedingte fortschreitende Verdichtung der Nebelmasse annehmen. Diese Verdichtung kann in ähnlicher Weise geschehen, wie sich in den oberen Schichten der Erdatmosphäre Nebelmassen in Gruppen von Cirro-cumuluswölkchen verwandeln. Die Entstehung einer Excentricität des Schwerpunctes in den einzelnen so entwickelten Fixsternmassen kann nun durch die

Massenanziehungen der ganzen Fixsterngruppe bedingt sein; ferner können chemische Explosivkräfte dabei als mitwirkend gedacht werden, die ja bei der Verdichtung gasförmiger zu flüssigen Massen, z. B. bei Verdichtung der gasförmigen zu flüssiger Kohlensäure, in enormem Masse auftreten können. Durch letztere Annahme fällt einiges Licht auf die chemische Constitution der entstehenden Fixsternmassen; die flüchtigsten Elemente werden sich nämlich im allgemeinen auf der Oberfläche, die am schwersten flüchtigen in der Mitte der Fixsternmassen ansammeln, und demgemäss werden die von ihnen zuerst abgeworfenen Körper — die Kometen — aus den flüchtigsten, die zuletzt abgeworfenen — die innersten Planeten — aus den am schwersten flüchtigen Elementen bestehen.

Als unmittelbar durch Abwurf von solchen sich umgestaltenden Nebelinseln entstanden kann man einen Theil der Kometen — derer, die nicht zu unserem Sonnensystem gehören — annehmen; ihre gewaltigen, oft jahrtausendlangen Umlaufszeiten, ihre scheinbar und vielleicht wirklich parabolischen Bahnen, und ihre übrigen enormen Dimensionen scheinen eine solche Entstehungsart anzudeuten.

Stellen wir uns nun den primitiven Weltraum als erfüllt mit Nebelmassen, ähnlich den noch jetzt bestehenden uralten unauflöslichen Nebelflecken, vor, so wird es möglich, auch diese Nebelmassen von einem allgemeinen einheitlichen Gesammtnebel abzuleiten. Die Umgestaltung dieser einheitlichen Gesammtmaterie — die sich allerdings hier näherer Betrachtung entzieht, da es unmöglich ist, sich einen unendlichen Raum vorzustellen —

mag in ähnlicher Weise geschehen sein, wie die spätere Umgestaltung der zusammenhängenden Nebelinseln zu Sterninseln. Am Anfang unserer Weltära mag also ein einheitlicher allgemeiner rotirender Nebel existirt haben; dieser Anfang ist aber kein absoluter, sondern setzt eine unendliche Anzahl ähnlicher periodischer Weltären voraus.

Versuchen wir nun den Bildungsgang der Himmelskörper auch bis in die Zukunft hinein zu verfolgen; so schliessen wir zunächst aus den Aetherverhältnissen des Sonnensystems mit Sicherheit, dass es sich am Ende zu einer einzigen Masse vereinigen muss, welche sich von der primitiven besonders durch die Congruenz ihres Schwerpunctes mit ihrem Mittelpuncte unterscheidet. Ferner müssen die übrigen Fixsterne unserer Sterninsel eine gleiche Entwicklung erfahren; und alle einzelnen Fixsternmassen unserer Sterninsel müssen sich einander nähern, und endlich zu einer einzigen Centralmasse zusammenfliessen. Dieselbe Fortbildung erfahren alle übrigen Sterninseln und Nebelinseln, letztere, nachdem sie vorher die Umwandlung zu Sterninseln durchgemacht haben. — Alle diese Umgestaltungen nehmen natürlich unermessliche Zeiträume in Anspruch; aber immer endliche: aus der Aetherreibung, mag sie noch so gering sein, folgt, dass sie endlich sein müssen; und zwischen dem denkbar grössten endlichen und einem unendlichen Zeitraum besteht bekanntlich ein im eigentlichsten Sinne unendlicher Unterschied.

Alle einzelnen aus den Sterninseln entstandenen Centralmassen müssen nun ihre Wärme in den Aether ausstrahlen, bis ein Gleichgewicht zwischen dem Wärme-

grade der Centralmassen und des Aethers einzutreten beginnt; und in diesem Zustande, über den wieder nur Vermuthungen möglich sind, werden sich wahrscheinlich die Atome der Centralmassen von einander lösen, also ein Rückgang der Centralmassen zu Nebelmassen stattfinden. Diese Nebelmassen müssen sich dann nach den Gesetzen der Diffusion der Gase zu einer einheitlichen Gesammtmasse, ähnlich der zu Anfang unserer Weltära, vereinigen; worauf dann die Entwicklung neuer periodischer Weltären bis in's Unendliche fortgeht.

Es bleibt nun noch übrig, die bisher beständig vorausgesetzte Rotation des primitiven Gesammtnebels und der daraus entstehenden Nebelmassen zu erklären; hierzu muss man auf Atomverhältnisse zurückgehen. Kant meint, dass sich die geradlinigen vom Gravitationsgesetze abhängigen Bewegungen der Atome in krummlinige umsetzen könnten, indem ein als kugelförmig gedachtes Atom auf das andere kugelförmige Atom auffallend gleichsam ausgleiten, und zur Seite fallend eine Umdrehung veranlassen könnte; diese vermuthlich unmittelbar von derartigen Fallerscheinungen auf der Erdoberfläche hergenommene Vorstellung ist jedenfalls mathematisch unzulässig. Das Einfachste wäre wohl, überhaupt eine allgemeine Rotation aller einzelnen Atome anzunehmen; diese Hypothese ist ausserdem besonders zur Erklärung der electrischen Erscheinungen sehr geeignet.

Die Electricität besteht nach der besten bisherigen Hypothese, wie Wärme, Licht und Schall, in Vibration der Atome. Gegen diese Vibrations-, und für die Rotationshypothese sprechen aber vielfache Gründe; so

der Umstand, dass die Electricität stets in geschlossenen Kreisen läuft, während die vibrirenden Kräfte von einem Anfang nach einem Ende hinfliessen; ferner die mehrfachen Rotationserscheinungen durchströmter Leiter; ferner die electromagnetische Torsion; auch die andern electrischen Phänomene, besonders die electromagnetische Anziehung und Abstossung, lassen sich durch die Rotationshypothese befriedigend erklären.

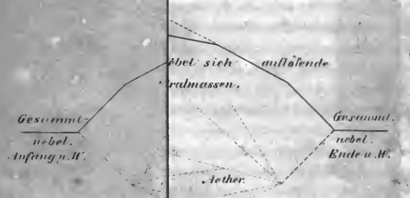
In Verbindung mit dieser Untersuchung, die wir hier nur beiläufig andeuten, kommt man zu der Frage, wie man sich die Atome ihrer Grösse und Gestalt nach vorzustellen habe. Die gegenwärtige Chemie kennt funfzig bis sechzig individuelle Arten von Massenatomen, sog. chemischen Elementen; diesen Massenatomen gegenüber stehen die Aetheratome, welche die Räume zwischen den Massenatomen erfüllen. Auch der kosmische Aether ist als ein Gemisch von Massenatomen und Aetheratomen anzusehen. Um nun die Bildung dieser Atomindividuen von mechanischen Principien abzuleiten, muss man annehmen, dass jedes ein Aggregat von unendlich kleinen letzten Atomen, selbst aber endlich klein ist. Die einfachsten Bewegungserscheinungen, die in einem solchen Aggregat auftreten können, sind Verdichtung entweder nach der Oberfläche, oder nach dem Mittelpuncte hin. Im ersten Falle werden sich Atome bilden, die im Extrem eine Hohlkugel- oder Bläschenform haben, und in sich mehr Consistenz besitzen, als die im zweiten Falle sich bildenden Punctatome; daher ist anzunehmen, dass erstere den Massenatomen, letztere den Aetheratomen entsprechen. Die Massenatome können sich nun zu individuellen chemischen Elementen gestal-

ten, indem der Durchmesser des einzelnen Bläschens zu seiner Wandstärke ein individuelles Verhältniss eingeht. Die Aenderung der Aggregatzustände, sowie die chemische Verbindung und Scheidung kann vor sich gehen, indem mehrfache Atombläschen zu einfachen zusammenfliessen, oder andrerseits einfache sich in mehrfache spalten. Analoge Erscheinungen würde die Verdichtung des Wasserdampfes zu Bläschen von individueller Grösse zeigen, von denen ebenfalls mehrfache zu einfachen zusammenfliessen, einfache in mehrfache sich spalten können. Bei Verfolgung dieser Hypothese wird es vielleicht möglich, die chemischen Atomtheorien auf rein mechanische Gesetze zurückzuführen.



Weimar. — Hof-Buchdruckerei.

Hypotheter Himmelskörper

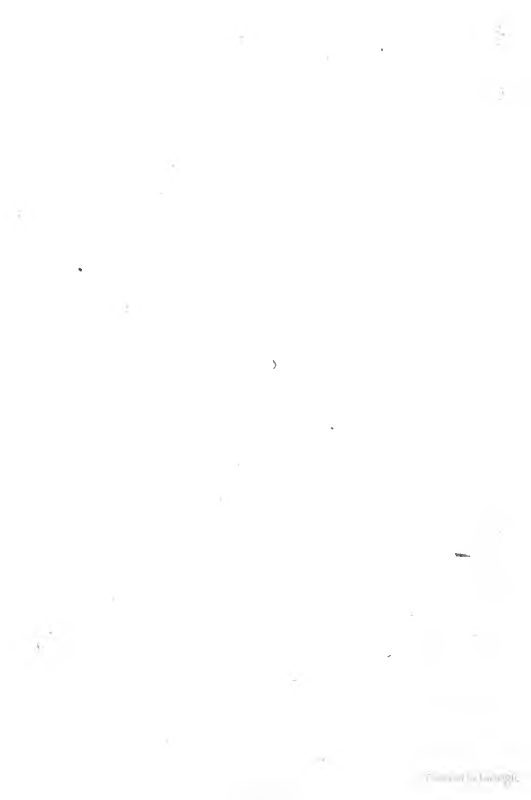


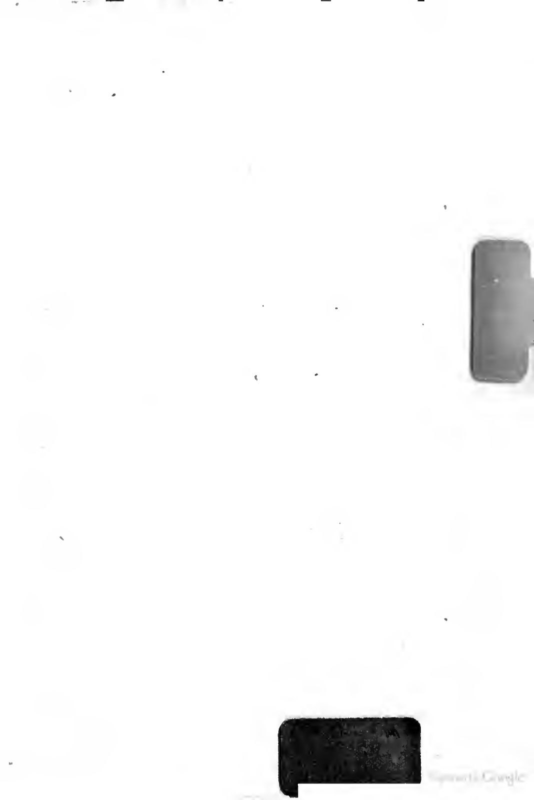













BIBLIOTECA